

# Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur la dégradation des sols de la plaine du Bas-Chéliff

DOUAOUI A.<sup>1</sup>, T. HARTANI T.<sup>2</sup>

1 Université Hassiba Ben Bouali, BP .151. Chlef 02000, Algérie

2 INA, Institut national agronomique 16200 - Hacène Badi - El Harrach, Alger, Algérie

**Résumé** — En Algérie, plus de 20 % des sols irrigués sont concernés par le problème de la salinité. Dans la partie nord-ouest de l'Algérie, la plaine du Bas-Chéliff se situe dans la zone la plus touchée. Les travaux de cartographie effectués récemment dans la plaine du Bas-Chéliff ont montré que le problème de la salinisation des sols touche 80 % de la superficie totale étudiée. Il s'agit d'une région caractérisée par une faible pluviométrie moyenne et une forte évapotranspiration moyenne, une eau d'irrigation plus ou moins chargée selon les saisons et l'origine de l'eau. Le risque de salinisation est accentué par une texture fine souvent lourde et des risques d'inondation lors des grandes averses. Cette salinisation des sols a des conséquences sur les propriétés physico-chimiques des sols qui se traduisent par la présence des sols salés à structure non dégradée mais parfois aussi à structure dégradée. La dégradation de la structure est due pour une bonne partie à la teneur relativement élevée en sodium par rapport à celles du calcium et du magnésium qu'elles soient solubles ou échangeables. Les résultats ont montré que le périmètre de Djidouia qui bénéficie d'un bon drainage externe et d'une texture équilibrée a des teneurs en salinité des sols les plus faibles et ce malgré une salinité des eaux d'irrigation de 3 dS/m. Le périmètre de Ouarizane dont la salinité des sols dépasse légèrement celle de Djidouia est irrigué avec des eaux moins chargées de CE ne dépassant pas les 2,5 dS/m. Il est à noter que ce périmètre avait une salinité des sols plus élevée en 1997. Cette diminution dans la teneur en sels est due à l'installation d'un réseau de drainage au niveau de ce périmètre. Le périmètre de Hmadna enregistre une salinité des sols la plus élevée avec 9 dS/m et une qualité des eaux la plus mauvaise égale à 4 dS/m. Cette salinité élevée peut être expliquée par la texture argileuse lourde et le passé cultural de ce périmètre où le coton et le riz ont été cultivés jusqu'à la fin des années 1970. Le plateau de Benziane qui n'a pas connu d'irrigation n'est pas touché par le problème de la salinité. Les mesures de la stabilité structurale ont montré également que c'est le périmètre de Hmadan qui a les sols les plus instables. Les deux périmètres de Djidouia et de Ouarizane ont des stabilités structurales équivalentes qualifiées de moyennes à bonnes. Ces niveaux de stabilité trouvent leurs explications dans les valeurs de SAR des eaux d'irrigation avec respectivement 8, 6 et 22 cmol/l pour les périmètres de Djédiouia, Ouarizane et Hmadna.

## Introduction

Dans la plaine du Bas-Chéliff avec un climat semi-aride d'une pluviométrie de 230 mm/an et une évapotranspiration de 1500 mm/an, le recours à l'irrigation pour la majorité des cultures est indispensable. La rareté de l'eau qui dure depuis une vingtaine d'années a contraint les agriculteurs à utiliser de plus en plus les eaux souterraines. Cette pratique s'est encore accrue au cours de ces cinq dernières années qui ont vu l'affectation des eaux du barrage de Gargar vers la ville d'Oran. A titre d'exemple, l'artichaut qui est la culture par excellence de la plaine est passé de 5 000 ha à 1 200 ha actuellement.

Le recours à l'eau souterraine pour l'irrigation n'a pas été sans conséquence sur la dégradation des sols (Douaoui *et al.*, 2004). En effet, le manque d'eau a poussé les agriculteurs d'une part, à utiliser des eaux souterraines souvent très chargées et d'autre part à abandonner la pratique du drainage. Ceci a entraîné une augmentation des teneurs en sel et dans certains cas une détérioration de l'état structural du sol.

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'impact de l'utilisation des eaux souterraines dans l'irrigation sur la qualité des sols de la plaine du Bas-Chéliff à travers l'étude de leur salinité et leur état structural. Ces deux derniers facteurs sont les principaux indicateurs de la qualité des sols de la plaine (Daoud *et al.*, 1993 ; Douaoui *et al.*, 2004 ; Saidi *et al.*, 2004)

## Echantillonnage et analyses

Un échantillonnage stratifié concernant 400 points a été fait dans la plaine du Bas-Chéliff entre 0 et 30 cm pour cartographier la salinité à l'échelle des sols cultivés de la plaine. Parmi ces échantillons, 22 situés sur des parcelles irriguées par des forages ont fait l'objet d'une caractérisation par des analyses du bilan ionique et de stabilité structurale par la méthode de Le Bissonais (1996).

L'analyse des eaux souterraines a concerné 53 forages utilisés dans l'irrigation. Les analyses ont porté sur le bilan ionique et la conductivité électrique.

## Résultats et discussion

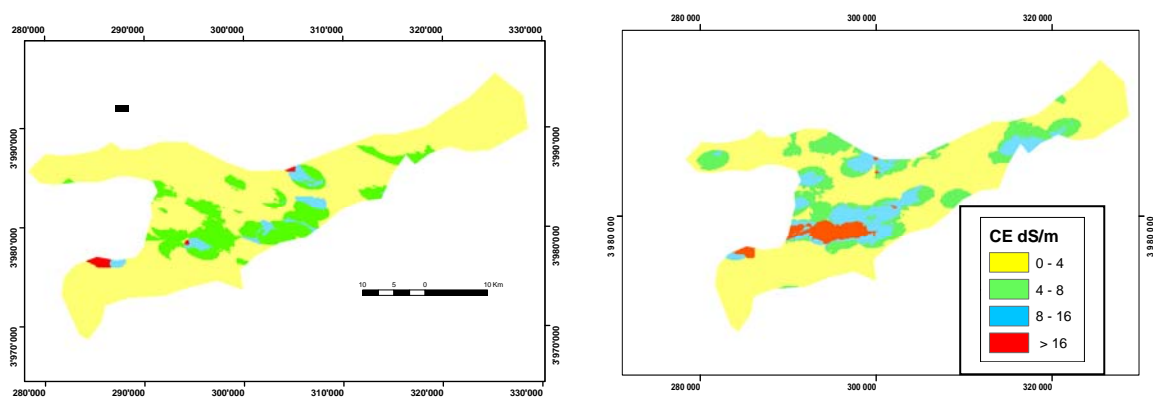
### La salinisation des sols à l'échelle de la plaine du Bas-Chéliff

La cartographie de la salinité des sols cultivés de la plaine du Bas-Chéliff montre une diminution des superficies à faible salinité avec en parallèle une augmentation des superficies à salinité élevée (tableau I.) Les superficies < 4 dS/m en 1990, considérées comme non salées, ont perdu 1 056 ha qui sont passés dans la catégorie des sols touchés par le problème de la salinité.

**Tableau I.** Evolution de la salinité de la plaine entre 1988 et 2006.

Classe	1990	2006
<4	86,52	83,0
4 - 8	7,90	9,37
8 - 16	4,14	5,76
> 16	1,44	1,88
Superficie totale = 30 000 ha		

La figure 1 montre que cette dynamique se situe exclusivement dans les terrains irrigués. Les sols du plateau de Benziane et de la colline de partage, située à l'extrême est de la plaine, qui ne sont pas irrigués, n'ont pas subi d'évolution dans la salinité qui est restée inférieure à 4 dS/m.



**Figure 1.** Evolution de la salinité entre 1990 et 2006.

## Qualité générale des eaux souterraines de la plaine

La conductivité électrique et le SAR sont les paramètres retenus pour caractériser la qualité des eaux souterraines utilisées dans l'irrigation.

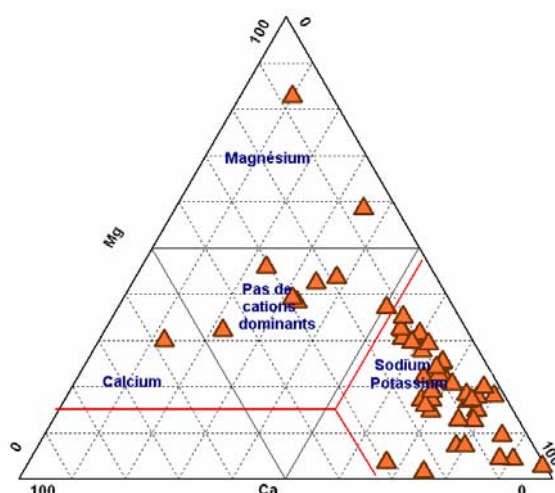
Selon la valeur moyenne de la CE égale à 2,73 dS/m, l'eau d'irrigation a une très forte salinité normalement inutilisable pour l'irrigation (USS, 1954). Toutefois, la valeur moyenne du SAR égale à 9,39 Cmol/L indique un faible danger d'alcalinisation (tableau II).

**Tableau II.** Caractéristiques chimiques des eaux souterraines d'irrigation (53 forages).

	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	CE dS/m	SAR Cmol/L
Moy	67,15	72,50	323,78	2,73	9,39
Ecart-Type	76,48	62,82	182,08	1,24	8,35
Max	351,20	183,60	907,00	5,36	38,24
Min	3,52	1,20	61,60	0,91	1,26

Il apparaît également que les eaux souterraines d'irrigation peuvent avoir des valeurs de CE très élevées pouvant atteindre 5,36 dS/m. Certains points d'eau sont également de bonne qualité avec une CE inférieure à 1 dS/m.

Le diagramme de Piper des cations des eaux d'irrigation de la plaine montre une concentration de la majorité des points dans le pôle (Na+K) où le faciès dominant est le faciès sodique (figure 2). Les eaux dominées par ce faciès possèdent les valeurs de CE les plus élevées.



**Figure 2.** Diagramme de piper des eaux souterraines de la plaine.

## Qualité des eaux souterraines dans les périmètres irrigués

La valeur moyenne de la conductivité électrique des eaux souterraines la plus élevée est enregistrée dans les périmètres de Djidiouia. Les eaux des deux autres périmètres, même avec des valeurs de CE la plus faible, restent dans la catégorie de salinité très élevée (tableau III).

Pour le SAR, ce sont les périmètres de Djidiouia et Hmadna qui montrent les valeurs les plus élevées. Ces eaux ne constituent pas un réel danger d'alcalinisation. Ce n'est pas le cas pour les eaux du périmètre de Ouarizane où la valeur moyenne du SAR ne dépasse pas 6 Cmol/l. Par contre, l'alcalinité résiduelle montre un risque élevé pour le périmètre de Hmadna.

Selon le diagramme de Riverside, les trois périmètres Ouarizane, Djidiouia et Hamdna montrent que les eaux appartiennent respectivement aux classes C4S1, C4S3 et C4S3.

**Tableau III.** Caractéristiques chimiques des eaux souterraines d'irrigation par périmètre.

	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	CE dS/m	SAR Cmol/L	Alcal. résid
Djidiouia	45,12	64,73	486,63	3,14	18,87	< 0
Ouarizane	66,76	74,36	270,89	2,49	5,83	< 0
Hamadna	16,25	22,115	523,6	2,78	18,48	2,70

Djidiouia et Hmadna : 3 forages ; Ouarizane 08 forages.

## Qualité des sols dans les périmètres irrigués

La qualité des sols est appréciée par la conductivité électrique, le SAR et la stabilité structurale. Les sols qui ont fait l'objet de mesures sont ceux qui sont irrigués par les eaux des forages analysées, en plus des sols du plateau de Benziane en tant que témoin.

Les sols irrigués montrent les valeurs de CE et de SAR les plus élevées. Les valeurs de MWD vont dans le même sens et montrent que la stabilité structurale est la plus faible dans le périmètre de Hmadna et augmente relativement dans les périmètres de Ouarizane et Djidiouia. Le plateau de Benziane montre une stabilité équivalente aux deux derniers périmètres (tableau IV).

**Tableau IV.** Caractérisation des sols cultivés de la plaine du Bas-Chéliff.

	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	CE dS/m	SAR Cmol/L	MWD mm
Djidiouia	28,5	16,17	521,47	2,6	16,35	1,1
Ouarizane	201,45	15,40	1101,54	3,28	17,81	0,99
Hamadna	346,41	111,625	3686	8,29	35,15	0,83
Benziane	94,16	67,90	229,18	1,8	4,38	1,15

Nombre de parcelles : Djidiouia : 05 ; Hmadna : 7 ; Ouarizane 08 ; Benziane non irrigué : 02.

Il apparaît que la qualité des eaux d'irrigation a un impact sur la qualité des sols qui se traduit par une dégradation plus ou moins poussée selon la nature de cette eau. En effet, les sols du périmètre de Hmadna qui sont les plus dégradés en termes de salinité, de sodicité et de stabilité structurale sont irrigués avec les eaux ayant la plus mauvaise qualité. Il semble que l'alcalinité résiduelle est la plus significative, ce qui a favorisé une sodicité élevée avec comme conséquence une dégradation structurale.

Les sols du plateau de Benziane qui ne sont pas irrigués ne montrent pas de problèmes de sodicité et encore moins de salinité. Le maintien d'une stabilité structurale moyenne dans le périmètre en dépit d'une sodicité élevée serait due à la teneur élevée en sels ( $CE > 8 \text{ dS/m}$ ) qui agit positivement sur la double couche en augmentant la floculation des argiles.

## La sodicité des sols

Les échantillons au nombre de 22 sur les 400 prélevés ayant réagi positivement au test de présence de carbonates ont été retenus pour l'étude de la sodicité. Cette dernière semble être influencée par le sodium, le SAR et les carbonates.

La corrélation positive élevée (0,78) observée entre le Na et le SAR montre le caractère dominant du Na dans la solution de ces types de sols. Ceci est vérifié également par la corrélation très élevée entre le Na et la CE. Toutefois, l'absence de cette corrélation avec le pH montre que cette dominance n'implique pas forcément une alcalinisation ou une dégradation structurale. Cela est dû au fait que la présence élevée du Na est souvent accompagnée d'une concentration élevée en électrolytes (CE élevée) ce qui diminue l'influence du SAR.

Par contre, la corrélation élevée entre le pH et les carbonates montre à quel point l'alcalinisation de ces sols est influencée par les carbonates. Cette corrélation est également positive avec les bicarbonates mais à un degré moindre.

**Tableau V.** Matrice de corrélation entre les ions de la solution du sol.

	Na	Ca	Mg	K	SAR	CE	pH	CO <sub>3</sub>
Na	1,00							
Ca	0,74	1,00						
Mg	0,76	0,70	1,00					
K	0,01	0,23	0,14	1,00				
SAR	0,78	0,34	0,39	-0,10	1,00			
CE	0,93	0,80	0,87	0,16	0,62	1,00		
pH	-0,18	-0,23	-0,22	0,57	-0,10	-0,09	1,00	
CO <sub>3</sub>	-0,34	-0,36	-0,28	0,55	-0,21	-0,30	0,82	1,00
HCO <sub>3</sub>	-0,14	-0,27	-0,15	0,45	0,05	-0,17	0,41	0,60

## Conclusion

L'utilisation des eaux souterraines dans l'irrigation n'a pas été sans conséquences sur la dégradation de la qualité des sols de la plaine du Bas-Chéliff. Cette dégradation qui se manifeste par une augmentation de la salinisation ou une sodisation ne s'est pas faite de la même façon dans les périmètres irrigués. C'est justement le périmètre de Hmadna dont l'eau d'irrigation est la plus mauvaise qui montre les sols les plus dégradés.

Il a été également trouvé que l'alcalinité résiduelle des eaux d'irrigation est souvent responsable de la sodisation. Cette dernière est liée à la présence de carbonates dans les sols qui montrent des corrélations élevées avec le pH, qui dépasse rarement 8,5.

## Références bibliographiques

DAOUD Y., CHEVERRY C., ROBERT M., 1993. Rôle physico-chimique du magnésium dans les sols des plaines du Chéliff (Algérie). *Science du Sol*, 31, (4) : 281-293.

DOUAOUI A., GASCUEL-ODOUX C., WALTER CH. 2004. Infiltrabilité et érodibilité de sols salinisés de la plaine du Bas Chéliff (Algérie). *Mesures au laboratoire sous simulation de pluie*. *EGS*, 11, (4) : 379-392.

USSLS, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United State Salinity Laboratory Staff, US Department of Agriculture, Handbook n°60, U. S. Gov. Print. Office, Washington DC.

DOUAOUI A., HERVE N., WALTER CH., 2006. Detecting salinity hazards within a semiarid context by means of combining soil and remote-sensing data. *GEODERMA*, 134, 1-2 : 217-230.